ESTADO DE LAS POBLACIONES DE QUITONES (MOLLUSCA: POLYPLACOPHORA) EN ROMPEOLAS ARTIFICIALES DE COVEÑAS, SUCRE, COLOMBIA

Populations of quitones (Mollusca: Poliplacophora) in artificial seawalls of Coveñas, Sucre, Colombia

Alcides C. Sampedro-M.
Ciencias Biológicas, Grupo de Biodiversidad Tropical, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia. asampedro2002@yahoo.es

Sandra M. Prasca-S.
Daniela Suárez-V.
Lilibeth Escobar-S.
Grupo de Biodiversidad Tropical, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

RESUMEN

El trabajo se realizó en dos rompeolas en Coveñas, Sucre, Colombia. Los objetivos fueron determinar las especies de quitones presentes ahí y su abundancia, distribución espacial, actividad y aspectos morfológicos, así como el papel de los rompeolas en el incremento de la diversidad biológica. Se midieron factores abióticos y se anotaron otros organismos presentes. Las especies de quitones que se encuentran en los rompeolas de Coveñas, son las mismas que aparecen en el litoral rocoso de regiones cercanas, como el departamento de Córdoba. Las poblaciones de quitones presentaron una abundancia similar a la encontrada en otras regiones naturales del Caribe. Éstos realizan movimientos nocturnos para alimentarse y regresan a los sitios de reposo diurnos una vez concluyen esa actividad. Sus tallas máximas son mayores que las registradas para otras regiones. La distribución espacial agrupada y la asociación en un mismo microhábitat de las diferentes especies de quitones, aunque obedece a la búsqueda de mejores condiciones alimentarias, en el caso de los rompeolas pudiera estar influenciada además por la estructura de los mismos y por la poca amplitud de las mareas, características de esta región. Los rompeolas permiten la presencia de diversas especies que se relacionan entre sí y que no existían allí con anterioridad, luego incrementan la diversidad biológica.

Palabras clave. Polyplacophora, Acanthopleura*, Chiton*, rompeolas, Coveñas, Colombia.

ABSTRACT

The work was conducted in two artificial seawalls in Coveñas, Sucre, Colombia. The objectives were to determine the species of chitons found in that ecosystem and to establish their abundance, spatial distribution, activity and morphological features. The study also sought to investigate the role of seawalls in increasing local biodiversity. We measured abiotic factors and recorded the organisms present. The species of chitons found in Coveñas seawalls are the same that appear in natural rocky shorelines of nearby regions, such as in the department of Cordoba.

The populations of chitons are in similar good condition to those found in other natural regions of the Caribbean. Chitons forage at night and return to their resting sites during the day. Average sizes are larger than those reported for other regions. Abiotic factors measured do not appear to affect the annual variations in the abundance of chitons, which may be more related to tidal changes. The aggregated spatial distribution and association in the same microhabitats of different species of chitons seem to be influenced by the structure of seawalls and the limited tidal range, which are characteristic of this region. Seawalls support various interrelated species and thus increase the local biodiversity.

Key words. Polyplacophora, Acanthopleura, Chiton, biodiversity, wave containment walls, Coveñas.

INTRODUCCIÓN

Frente a las numerosas playas del Golfo de Morrosquillo, en Sucre, se han construido, desde hace casi 20 años, una serie de rompeolas a base de rocas calizas, con el objetivo de disminuir el impacto de las olas sobre esas zonas pobladas y turísticas. Allí se pueden observar algas, moluscos y crustáceos, entre otros organismos. No obstante, no se han hallado informes de investigaciones acerca de la vida que ha colonizado esos sitios y si han tenido éxito, es decir, si ha significado un incremento de la diversidad biológica y por tanto, una forma de conservación a considerar.

Si se investigan aspectos de la ecología de los organismos que habitan en los rompeolas y se comprueba que explotan de forma adecuada el nicho ecológico en ese ecosistema, se podría asegurar que tales estructuras, aunque artificiales, desempeñan un papel de importancia en la conservación de la diversidad biológica.

Los quitones y los moluscos poliplacóforos, muy visibles en el litoral rocoso, por ser animales fáciles de detectar y que se caracterizan por su abundancia, podrían ser el grupo adecuado para tales investigaciones. Una revisión de la literatura disponible sobre la malacofauna del Caribe colombiano, muestra que en la actualidad se reconocen 22 especies (Gracia *et al.* 2005), incluyendo los fondos de la plataforma y el talud continental. Sin embargo, para la superficie expuesta del litoral rocoso correspondiente al departamento de Sucre, que no es muy amplio, no se dispone de mucha información, y el informe más cercano corresponde al litoral del departamento de Córdoba (Ortega *et al.* 2007), los que señalaron tres especies: *Acanthopleura granulata* (Gmelin, 1791), única especie registrada para el Caribe, *Chiton marmoratus* (Gmelin 1971) y *Chiton tuberculatus* (Linnaeus 1758).

Sobre estas especies, que son las que con mayor probabilidad se encuentran en la superficie expuesta de los rompeolas de las playas sucreñas, algunos autores (Randall 1967, Glynn 1970, Chan 1971, Gracia *et al.* 2005), han realizado investigaciones en aguas del Caribe (Puerto Rico, Barbados y Colombia), relacionadas con la abundancia, actividad, alimentación, reproducción, depredadores y características climatológicas de esas regiones, información que permitiría argumentar el estado en que se encuentran las poblaciones de quitones que viven en los rompeolas de Coveñas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está ubicada en la costa Norte del departamento de Sucre, en el sector 2 de las áreas marinas del Caribe colombiano (Díaz & Puyana 1994), que compren-

de desde la desembocadura del Río Sinú, incluyendo el Golfo de Morrosquillo, la Bahía de Barbacoas y los Archipiélagos de San Bernardo y El Rosario, hasta la Bahía de Cartagena. Díaz & Puyana (1994) plantean que el sector se caracteriza por presentar una gran diversidad de ambientes, como los mosaicos de arrecifes coralinos, las praderas de fanerógamas, los bosques de mangle, las playas y las costas rocosas, donde las aguas son tranquilas, turbias cerca de la costa y claras alrededor de los archipiélagos. El Golfo de Morrosquillo es una sub región del departamento de Sucre, cuyo litoral costero está caracterizado por la presencia de ecosistemas de manglar y lagunas costeras. La subregión presenta diferencias marcadas en sus variables climáticas; las lluvias anuales en algunos casos son inferiores a 900 mm, pero pueden caer más de 1.200 mm al año. La temperatura media mensual es superior a los 27ºC. La estación seca puede durar hasta cinco meses ó más. La humedad relativa promedio es 77%. (Aguilera 2005).

La investigación se desarrolló en dos rompeolas situados a unos 100 m de las playas de la Boca La Caimanera, municipio de Coveñas, que fueron georefenciados mediante un GPS Garmin, situados, el primero a los 9º 26' 6.66" N y 75º 37' 52.07" O y el segundo a los 9º 26' 16.99" N y 75º 37' 43.92" O**,** con una longitud de 103 m y 126 m y un ancho promedio de 3 m, respectivamente. Comprendió el período entre junio del 2010 a mayo del 2011.

Se efectuó un muestreo mensual desde las 07:00 hasta aproximadamente las 12:00. Este se llevó a cabo en la cara Norte de los rompeolas (1 m desde el agua y hacia el interior del rompeolas), en la parte Sur no aparecen quitones. Para obtener el número de individuos y la abundancia absoluta se muestreó mediante un cuadro metálico, según Weinberg (1978), ajustado a 1 m^2 que se colocaba cada 5 m en la línea costera, considerando la parte expuesta de las rocas que allí se encontraban fuera del agua y solo la parte superior de las que estaban semisumergidas. Además se anotaban y fotografiaban las especies de algas, moluscos y otros organismos presentes dentro de los cuadrantes, para ser identificados posteriormente en el laboratorio. Las especies de quitones se identificaron "*in situ*", para lo cual se hicieron colectas previas para su reconocimiento, utilizando las claves de Díaz & Puyana (1994). La abundancia absoluta de cada especie se calculó como el número de individuos/m^2. La distribución espacial de las tres especies de quitón fue determinada utilizando el Índice de Dispersión Espacial de Morisita (Krebs 1998)**,** y los datos se corroboraron, mediante el cálculo del error a través de la fórmula siguiente:

$$X^2 = ((n \times \Sigma x^2)/N) - N$$

Donde: n = número de cuadrantes
X = número de individuos de una especie en un cuadrante
N = número total de individuos en todos los cuadrantes

Al inicio y final de cada muestreo se anotaron la temperatura ambiental y la humedad relativa, mediante un termohigrómetro digital marca Traceable, con un error de 0.1 ºC y 0.1 %, respectivamente. También se registró la temperatura del agua al inicio y final del muestreo mediante un termómetro ambiental con error de 0.1 ºC, así como la velocidad del viento a través de un anemómetro**.** En el momento de la observación se medía la longitud y el ancho (mm) de cada individuo según Flores-Campaña *et al.* (2007), incluyendo el cinturón en ambas medidas, utilizando un vernier graduado en mm, con un error de 0.01 mm. Para la posterior determinación de la "forma" de los individuos se calculó la razón ancho/largo, utilizando para ello solo los ejemplares de mayor talla de cada especie, porque así se logra una mayor probabilidad de que sean los que presentan madurez sexu-

al y se reduce al mínimo la distorsión causada por la alometría ontogenética.

Para determinar si los individuos retornan a los sitios de descanso diurno, después de concluida su actividad alimentaria en horas de la noche (Glynn, 1970; Gracia *et al.,* 2005), se marcaron, el sitio donde se encontraba el individuo en el momento del muestreo, haciendo un círculo a su alrededor con un pincel y pintura indeleble (DUREPOXY 90 910 azul), así como él mismo, en su parte dorsal. Se marcaron 10 individuos de cada especie y se midió con una cinta métrica, la distancia en línea recta a la que se encontraba del sitio original, 24 horas después.

Se comprobó la distribución normal de los datos mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las medidas y la proporción ancho/longitud se compararon entre especies mediante un Análisis de Varianza de Calificación Simple y se determinó entre cuáles especies existían las diferencias mediante una prueba de Tukey. La distancia promedio al sitio en que fueron marcados los ejemplares se comparó entre las tres especies mediante una prueba de Kruskall-Wallis. Las pruebas estadísticas fueron consultadas en Zar (1996). Para los cálculos señalados se utilizó el programa en versión gratis SPSS 17.

RESULTADOS

La temperatura ambiental mostró valores más bajos en horas tempranas de la mañana, cuando comenzaba el muestreo, que en horas cercanas al medio día, cuando concluía. En ambas mediciones se pudo apreciar que los valores no presentaron grandes variaciones, ya que la temperatura ambiental al inicio se mantuvo entre los 27.5 y 30ºC, mientras que al final del muestreo entre los 29 y 33 ºC. De manera que durante los 12 meses del año, la temperatura solo incrementó en más de 1ºC, en los meses junio (3.5), agosto (3.5), octubre (2), noviembre (3) y diciembre (3).

La humedad relativa se mantuvo los 12 meses de trabajo en valores por encima de 79% y hasta 93%, al inicio de los muestreos y en valores por encima de 68% y hasta 90%, al final de los muestreos.

La temperatura del agua varió siempre entre valores más bajos que la temperatura ambiental al inicio (26 a 29ºC) y al final (28 a 31ºC) del muestreo. Durante todo el año las diferencias de temperatura del agua al inicio y al final del muestreo fueron de 1 a 2 ºC, con excepción de septiembre que fue de 3 ºC.

La velocidad del viento presentó grandes variaciones tanto a lo largo del año como durante el día (Fig. 1). Se registró una mayor velocidad del viento de diciembre a abril, aunque siempre se observaba más calma en horas tempranas de la mañana (6-60 m/seg) que al medio día (70-180 m/seg).

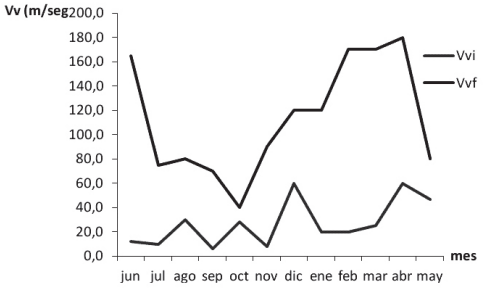

Figura 1. Velocidad del viento en dos rompeolas de Coveñas-Sucre, medida al inicio y final de cada muestreo durante un año de trabajo. (Vvi: velocidad del viento al inicio; Vvf: velocidad del viento al final).

Las tres especies de quitones que se encontraron (*A. granulata, C. marmoratus* y *C. tubercultaus*), ocupan exclusivamente la parte norte de los rompeolas, donde golpean las olas. *A. granulata* es la que apareció con una frecuencia mayor (54%) en los muestreos realizados a través de todo un año, además, las tres especies tienen una distribución espacial agrupada (Tabla 1). *C. marmoratus* y *C. tubercultaus* no se observaron en enero y diciembre, respectivamente.

Tabla 1. Distribución espacial de tres especies de quitones en muestreos realizados en rompeolas de Coveñas, Sucre. IDM: índice de distribución espacial de Morisita. ($p<0.001$).

Mes	IDM *A. granulata*	IDM *C. marmoratus*	IDM C. *tuberculatus*
junio	4,2	6,6	6,9
julio	4,1	3,9	3,7
agosto	2,5	9,2	7,0
septiembre	6,8	4,1	5,0
octubre	2,7	3,0	14,1
noviembre	2,5	4,7	5,6
diciembre	1,9	7,1	-
enero	2,5	6,9	5,1
febrero	1,7	-	8,8
marzo	3,4	4,4	4,2
abril	4,9	5,0	8,3
mayo	4,0	4,3	8,7

Al analizar la frecuencia con que aparecen las tres especies solas o acompañadas por las otras en las parcelas (Fig. 2), se detectó que *A. granulata* se presenta sola en una frecuencia mucho mayor que las otras dos (37%), aunque también se encuentra junto a *C. marmoratus* y *C. tuberculatus* con cierta frecuencia. En cambio estas últimas especies aparecen con mayor frecuencia asociadas entre sí que solas. Es de notar que 3,6% de las parcelas no presentaron ejemplares de ninguna de las especies.

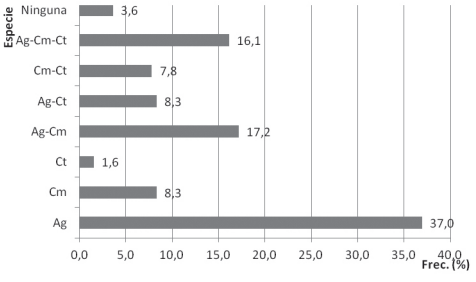

Figura 2. Frecuencia con que aparecen tres especies de quitones, solas, o acompañadas entre sí, en 192 parcelas de 1m^2, de junio de 2010 a mayo de 2011, en rompeolas de Coveñas. Ag: *A. granulata,* Cm: *C, marmoratus,* Ct: *C. tuberculatus.*

El número de individuos de cada especie, calculado a partir de la extrapolación del número promedio de individuos por parcela (1m^2) al área total del sitio de muestreo, indica que *A. granulata* y *C. marmoratus* exhiben los valores mayores cada mes (Tabla 2).

Tabla 2. Número de individuos de tres especies de quitones, calculados mediante el método de las parcelas en dos rompeolas de Coveñas, de junio de 2010 a junio de 2011. Ag: *Acanthopleura granulata*, Cm: *Chiton marmoratus*, Ct: *Chiton tuberculatus.*

Mes	Nº parcelas	Área total (m^2)	Ag	Cm	Ct
junio	11	126	607	470	80
julio	9	103	549	458	183
agosto	20	229	1340	263	137
septiembre	16	229	1260	1016	515
octubre	19	229	783	277	12
noviembre	20	229	1214	721	195
diciembre	9	126	1302	126	0
enero	16	229	1331	601	243
febrero	19	229	844	0	121
marzo	18	229	763	1310	331
abril	19	229	1012	1591	458
mayo	16	229	1159	1446	315

La abundancia absoluta (ind./m^2) de los quitones en la línea costera, muestra que *C. tuberculatus* mantiene los valores más bajos a lo largo del estudio, variando entre 0.1 y 2.3 ind/m^2, mientras que *A. granulata* mantuvo los valores más altos de abundancia la mayor parte del año (3.3 a 10.3 ind/m^2), excepto en marzo, abril y mayo, cuando *C. marmoratus* (0 a 6.3 ind/m^2) mantuvo los valores más altos (Fig. 3). La simple comprobación visual de presencia de quitones a más de 1 m de la línea costera, en la parte más alta del rompeolas, arrojó escasos individuos, fundamentalmente de *A. granulata*.

En los estadísticos de la longitud total, el ancho y la proporción ancho/longitud, de las tres especies de chitones, el ANOVA factorial efectuado mostró diferencias significativas entre los valores promedio para la longitud

(F = 3.53, p < 0.001) y el ancho (F = 1.52, p < 0.05), no así para la proporción de esas variables (F = 0.22 p > 0.001). La prueba de Tukey evidenció que en efecto, *C. marmoratus* es significativamente de mayor tamaño y ancho que las otras dos especies y a su vez, *A. granulata* es significativamente mayor para esas dos variables, que *C. tuberculatus* (Tabla 3).

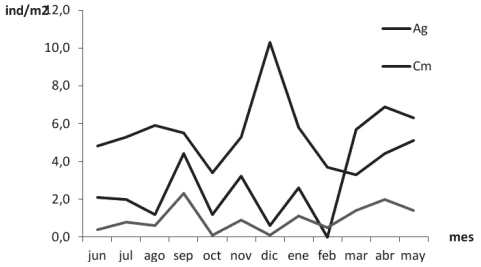

Figura 3. Abundancia de tres especies de quitones de junio de 2010 a mayo de 2011, en rompeolas de Coveñas. Ag: *Acanthopleura granulata,* Cm: *Chiton marmoratus,* Ct: *Chiton tubercultaus.*

El hecho de que la proporción ancho/longitud no muestre diferencias entre las especies y que presente valores por encima y relativamente cercanos a 0.50, significa que las tres mantienen la misma forma oblonga, a pesar de que son de diferente tamaño.

Las diferencias en las distancias promedio no resultaron significativas (H = 2.97; p = 0.2256). Las tres especies de quitones retornan al sitio de reposo o a sus cercanías después de realizar sus movimientos nocturnos, ya que todos ellos aparecieron después de 24 horas de marcados, a menos de un metro como promedio, del sitio donde fueron encontrados y marcados inicialmente, algunos incluso aparecieron prácticamente en el mismo sitio o a escasos centímetros y solamente cinco no fueron hallados, un *A. granulata*, dos *C. marmoratus* y dos *C. tuberculatus*. Se debe anotar que una observación posterior, al cabo de 15 días de esta medición de distancias recorridas, evidenció que varios ejemplares de las tres especies, aún se hallaban en las cercanías de los sitios donde fueron inicialmente marcados (Tabla 4).

Tabla 4. Estadísticos de la distancia de retorno al sitio de reposo diurno (cm) después de 24 horas, en tres especies de chitones observados en dos rompeolas de Coveñas de junio de 2010 a mayo de 2011.

Especie	n	X (cm)	S	Min (cm)	Máx (cm)
A. granulata	14	29.5	5.1	0	80
C. marmoratus	13	41.5	3.4	2	96
C. *tuberculatus*	13	19.6	4.2	0	56

Tabla 3. Estadísticos de la longitud total, el ancho y la proporción ancho/longitud, de tres especies de quitones muestreados de junio de 2010 a mayo de 2011 en rompeolas de Coveñas y resultado de la prueba de Tukey (letras iguales: no hay diferencia; letras diferentes: diferencia significativa).

Especie	Longitud total (mm)					
	n	X	Sx	Min	Máx	S
A. granulata	643	55.9[a]	0.35	40.2	87.8	9.1
B. marmoratus	453	62.9[b]	0.35	50.6	93.0	7.4
A. tubercultaus	108	49.3[c]	0.95	30.5	67.9	9.8
	Ancho (mm)					
A. granulata	643	35.2[a]	0.24	20.3	52.8	6.2
B. marmoratus	453	38.4[b]	0.23	26.3	52.6	4.9
C. tubercultaus	108	30.7[c]	0.67	18.3	49.7	6.9
	Ancho/Longitud					
A. granulata	643	0.63[a]	0.003	0.37	0.98	0.09
B. marmoratus	453	0.61[a]	0.029	0.41	0.83	0.06
B. tubercultaus	108	0.62[a]	0.008	0.39	0.97	0.08

En varias oportunidades se detectaron cangrejos (*Plagusia depresa* Fabricius, 1775) consumiendo quitones en las rocas. Otros organismos observados en convivencia con los quitones fueron, diferentes especies de moluscos, así como el pulpo común, *Octopus vulgaris* (Desmarest, 1823), un ejemplar joven que se encontraba escondido entre las grietas de las piedras sumergidas del rompeolas.

Tabla 5. Especies de gasterópodos observados en los rompeolas de Coveñas.

Familia	Especie
Thaididae Roding, 1798	*Purpura patula* (Linné, 1758)
	Tahis haemastoma floridiana Schumacher, 1817
Melongenidae Gill, 1867	*Melongena melongena* (Linné, 1758)
Neritidae Rafinesque, 1815	*Nerita versicolor* Gmelin, 1791
	Nerita tessellata Gmelin, 1791
Littorinidae Gray, 1840	*Littorina sp.* Ferussac, 1822
Turridae Swanson, 1840	*Crassispira sp.* Swainson, 1840
Acamaeidae Forbes, 1850	*Acmaea antillarum* (Sowerby, 1831)
Fissurellidae Fleming, 1822	*Fissurella nodosa* (Born, 1778)

También se encontraron cinco especies de algas (Tabla 6), así como varios individuos jóvenes de mangle rojo (*Rhizophora manglae* L. 1753*),* crustáceos filtradores (*Balanus* sp Da Costa, 1778), anémonas (*Bartholomea* sp Duchaissang y Michelotti, 1866) y peces, *Abudefduf saxatilis* Linnaeus, 1758, *Haemulon flavolineatum* (Desmarest, 1823).

Tabla 6. Diferentes especies de algas observadas en los rompeolas de Coveñas, de junio de 2010 a mayo de 2011.

Clase	Especie
Rodophiceae Wettstein, 1922	*Polysiphonia subtilissima* Montagne 1840
	Pterocladia americana Taylor, 1943
	Acathophora spicifera (Vahl) Borgesen
Clorophiceae Reichenbach, 1834	*Caulerpa sertularioides* (Gmel.) Howe 1905
	Cladophora sp. Kützing, 1843

DISCUSIÓN

Los rompeolas del litoral norte del Caribe colombiano, específicamente en el departamento de Sucre, construidos por simple acumulación de rocas calizas, parecen contar con condiciones propicias para el desarrollo de comunidades de plantas y animales en ellos, ya que se observaron especies de flora y fauna similares a las que aparecen en el litoral rocoso del Caribe colombiano (Göttin 1973, Díaz 1991, Díaz & Puyana 1994, López-Victoria *et al.* 2004, Gracia *et al.* 2005, Ortega *et al.* 2007). Estos rompeolas, que fueron construidos aproximadamente a mitad de la década de los 90 del siglo XX, han protegido del impacto de las olas a esa costa y han contribuido al incremento de la diversidad biológica, proporcionando sustrato, refugio y alimento a una cantidad variada e importante de flora y fauna marina, como algunas especies de algas rojas y verdes, que han sido reportadas como consumidas por quitones (Glynn 1970).

La diversidad y número de organismos presentes en esos muros de contención, siempre debe resultar menor que en sus hábitat naturales, como han planteado Moreira *et al*. (2007), en un trabajo con quitones en las costas australianas, según ellos, porque están ausentes algunos elementos importantes del microhábitat de las especies. Esos mismos autores señalan que la diversidad podría incrementarse notablemente, si al construir esas estructuras artificiales, se tuviera en cuenta, las necesidades de los organismos que allí habitan.

Las algas y moluscos son los que parecen tener mayor representación en los rompeolas de Coveñas y dentro de estos últimos, los poliplacóforos y gasterópodos resultan los más frecuentes. Los quitones detectados son las mismas tres especies registradas por Ortega *et al.* (2007) en varias estaciones de trabajo del litoral rocoso natural, en el vecino depar-

tamento de Córdoba, donde las condiciones ambientales, al menos en lo que se refiere a la temperatura del agua, resultan similares a las aquí registradas. Esto parece significar que, al menos para *A. granulata, C. marmoratus y C. tuberculatus*, los rompeolas presentan algunas características similares al hábitat natural. Según los resultados de los autores mencionados, los quitones de Córdoba presentaron una menor abundancia que la hallada en el presente trabajo.

La abundancia absoluta de *A. granulata* presentó una escala de variación similar a la registrada para esta especie en Puerto Rico (Glynn 1970), pero en el caso de *C. tuberculatus*, tales valores fueron mucho menores, debido posiblemente a que en el presente trabajo, solo se anotaron los individuos que aparecían expuestos sobre la superficie rocosa, y como es sabido, esta especie ocupa preferiblemente niveles inferiores e incluso sumergidos (Glynn 1970, Gracia *et al.* 2005). Glynn (1970) dice que las variaciones estacionales significativas que encontró en varios años de trabajo para *A. granulata* y *C. tuberculatus* podrían deberse a los huracanes que con cierta frecuencia azotan esa región del Caribe y que alteran la estructura física de los arrecifes costeros, influyendo en la estructura y distribución de las poblaciones de quitones. Por otra parte Chan (1971) en un trabajo similar en Barbados, encontró abundancias superiores a las aquí registradas para *A. granulata* y *C. marmoratus* y planteó que las variaciones en las densidades reflejan las diferencias estacionales en los niveles de agua y acción de las olas.

En la presente investigación también se obtuvieron variaciones de la abundancia de quitones durante el año, pero no se aprecian variaciones importantes de los factores abióticos medidos, sino más bien una relativa estabilidad en todos ellos. La velocidad del viento fue el único factor ambiental que mostró mayores variaciones mensuales, pero sin un patrón definido que pueda relacionarse con la abundancia de quitones. Los valores máximos de abundancia para *A. granulata* fueron obtenidos a finales del año, como ocurrió en Puerto Rico (Glynn 1970) y las máximas para *C. marmoratus* se obtuvieron en abril y mayo, lo mismo que observó Chan (1971) en Barbados, luego cabe esperar que las variaciones en la marea sean también en este caso, las responsables de las fluctuaciones mencionadas, como señalaron esos autores.

López-Victoria *et al.* (2004) plantearon que las variaciones de la amplitud de la marea en el litoral del Caribe colombiano varían alrededor de los 0.5 m y que esos bajos valores permiten que en unos pocos metros de litoral se reúna una cantidad importante de organismos de las diferentes franjas reconocidas. Esta podría ser una explicación satisfactoria para el hecho de que en este trabajo se haya obtenido una distribución espacial del tipo agrupada o contagiosa para las tres especies estudiadas, unido a que la estructura de estos rompeolas, estrechos y relativamente altos, hace que las áreas principales de alimentación, o sea, los sitios con abundancia de algas, estén muy localizados en esa franja estrecha de menos de 1 m. Es posible que si los rompeolas se construyeran con una altura hacia el centro, similar a la que presentan en la zona de rompiente, se podrían apreciar las franjas que normalmente aparecen en los litorales rocosos naturales y eso podría incrementar las posibilidades de explotación del nicho ecológico, no solo por las especies de quitones, sino por todos los organismos que allí viven, con lo que también se podría incrementar la diversidad biológica.

Glynn (1970) determinó que *A. granulata* presentó un ritmo regular de desove bimensual y que el principal período reproductivo ocurre entre septiembre y noviembre. En el presente trabajo no se establece un determinado período reproductivo, sino que más bien la especie parece reproducirse por igual todo el año.

La búsqueda de quitones hacia el centro de los rompeolas, sitio de mayor altura, donde no llega la marea, arrojó una densidad insignificante de quitones, principalmente de *A.granulata*, que como se ha planteado, es la única de las tres especies capaz de soportar las condiciones ambientales de desecación en esa zona (Glynn 1970, Chan 1971). Es posible que la poca amplitud señalada para la marea del Caribe colombiano, unido a la estructura de los rompeolas, cause también una disminución de las migraciones de estas especies durante la pleamar y la bajamar, como observó Chan (1971) en Barbados, pero que no ha sido corroborado en la presente investigación. Lo que sí pudo detectarse fue, que hacia las horas del medio día, cuando la velocidad del viento se incrementaba, *C. marmoratus* y *C. tuberculatus* tendían a hacerse mucho menos frecuentes, lo que señalaría una migración espacial diurna, quizás para evitar el incremento de la fuerza de las olas y la desecación.

Según Chan (1971) las especies bajo estudio ocupan determinada zona del litoral rocoso, *A. granulata* se mantiene a mayor distancia del agua, *C. marmoratus* está casi siempre muy cercano al agua y *C. tuberculatus* aparece normalmente sumergido, pero las tres especies pueden migrar de una a otra zona y se solapan entre ellas cuando las olas del mar son más fuertes, regresando a sus sitos habituales cuando se normaliza esta situación. Por su parte Glynn (1970) ha señalado que en los escombros de la costa rocosa, rocas aisladas relativamente altas, se pueden encontrar traslapadas *A. granulata* y *C. tuberculata*. Esta última situación es la que parece prevalecer en los rompeolas estudiados, ya que se encontraron proporciones importantes de las tres especies agrupadas en un mismo sitio y también ciertas proporciones de grupos de dos de las especies. La única que se muestra preferentemente sola en una alta frecuencia es *A. granulata,* que como ya se ha señalado es la única capaz de permanecer más alejada del agua. Cabe señalar que estas observaciones corresponden a momentos en que no había olas fuertes. La explicación más satisfactoria parece ser, que la estructura del rompeolas, bajo en una franja más estrecha y alto hacia el centro, obliga a estos organismos a concentrarse para obtener su alimento.

A pesar de que los quitones son un grupo relativamente fácil de recolectar y manipular, aparecen pocos datos en relación con las medidas externas de las especies estudiadas aquí y los datos que se ofrecen resultan un tanto ambiguos y no coinciden con los obtenidos en esta investigación. Las tres especies pueden alcanzar tamaños máximos superiores a los que han sido registrados con anterioridad (Abbott 1974, Díaz & Puyana 1994), pero los valores promedio son menores en los tres casos. El hecho de ser significativamente diferentes en cuanto a longitud y ancho, ha sido interpretado por Watters (1991) como adaptaciones para sobrevivir a microháhitat diferentes. Según este autor, el incremento de tamaño de las especies de quitones intermareales modernos, en relación con sus ancestros que vivían a diferentes profundidades, se debe a que, de esta forma se reduce la razón área de superficie expuesta por volumen corporal y esto significa una ventaja, al reducir los efectos de la evaporación y la temperatura. El mismo autor señaló que el incremento de tamaño de los quitones intermareales favorece la mayor capacidad de adherirse a las rocas, lo que explica el hecho de que *A. granulata* y *C. marmoratus*, que son las especies de mayor talla y las más expuestas, en la localidad estudiada, pueden resistir el embate de las olas y los efectos del sol y el viento en la superficie de las rocas.

La forma de los quitones también parece conferirles alguna ventaja de importancia, toda vez que la relación isométrica entre las tres especies estudiadas en el presente trabajo, al mantenerse la similitud geométrica, independiente de su tamaño, también fue observada

por Watters (1991) en varias familias de poliplacóforos, a los que llamó vermiformes y explica que, a pesar de los cambios evolutivos en cuanto a la talla, que ocurrieron para los quitones, se ha mantenido el mismo modelo isométrico.

En el trabajo se ha podido constatar que los quitones regresan al concluir su actividad alimentaria nocturna, a los mismos sitios de reposo, o muy cercanos. Las distancias a que aparecen en relación con sus sitios de reposo son muy parecidas a las señaladas por Glynn (1970) y no sobrepasan los 50 cm. Este autor ha señalado que este hecho puede constituir una adaptación que ayuda a relocalizar un sitio que ya ha sido ventajoso para el descanso diurno y evitar la desecación, aunque pudiera añadirse que también permite una disminución de la competencia por el sito de reposo. En el presente trabajo se observó que el comportamiento descrito anteriormente, se mantiene, al menos por 15 días, ya que en ese lapso se mantuvo la observación y los quitones de las tres especies permanecían ocupando sus sitios de reposo.

Los posibles depredadores de las especies de quitones en estudio deberán estar asociados con el hábitat que frecuentan. Randall (1967) ha planteado algunas especies de peces como posibles depredadores de *C. tuberculatus*, mientras que Hernández (2000) demostró la presencia de moluscos marinos en la dieta del pulpo *Octopus vulgaris*, también hallado en la parte sumergida de las rocas del rompeolas, y no puede descartarse que utilice a *C. tuberculatus* con fines alimenticios. El cangrejo *Plagusia depressa*, muy común en estos litorales, fue observado en repetidas oportunidades consumiendo individuos de *C. marmoratus* y *A. granulata,* siempre en rocas muy cercanas al agua. Otros posibles depredadores, que no han sido mencionados hasta el momento, pudieran ser los gasterópodos carnívoros *Purpura patula* y *Thais haemastoma*, que son característicos del litoral rocoso colombiano (Díaz & Puyana 1994) y que fueron observados muy frecuentemente en los rompeolas estudiados.

El estado de las poblaciones de quitones es un buen indicador de la calidad de los rompeolas como ecosistema, luego su abundancia y distribución espacial se debe monitorear para mantener actualizada esa información. Una investigación similar a la presente, que incluya la estructura de la comunidad de gasterópodos, podría ser un buen complemento para conocer el estado y funcionamiento de los rompeolas como ecosistema.

Los rompeolas deben ser incluidos en los planes de manejo y protección de la diversidad biológica, toda vez que pueden representar un sustrato que facilite el asentamiento de muchas especies de flora y fauna marina. Un cambio en la estructura de los rompeolas, haciéndolos más bajos hacia el centro, posibilitaría que el agua fluyera más hacia su interior y se delimitarían mejor las franjas litorales con los cambios de marea y esto podría ampliar el hábitat para la diversidad biológica allí presente.

AGRADECIMIENTOS

A Biólogo Marino y Profesor Titular de la Universidad de Córdoba, Ricardo Dueñas, por su colaboración en la identificación de los invertebrados marinos y peces, así como de las algas, presentes en el área de estudio. Así mismo a M.Sc Pedro Manjarrés por su colaboración en la identificación de los gasterópodos encontrados en el área de estudio.

LITERATURA CITADA

Abbott, R. T. 1974. *American Seashells*. 2 ed. Van Nostrand Reinhold Co., Nueva York, pp. 392-408.

Aguilera, M.M. 2005. *La Economía del Departamento de Sucre: Ganadería y Sector*

Público. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional N° 63, Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales, Cartagena, 126 pp.

Chan, M.R. 1971. Some aspects of the Biology of the chitons, Chiton marmoratus and Acanthopleura granulate, from Barbados. Proquest *Dissertations and Theses*, McGill University, Quebec, 14 pp.

Díaz, J.M. 1991. Ecosistemas litorales del Caribe colombiano. Documento de trabajo No. 4, p. 1-34. *In* CORPES (eds.). Perfil ambiental del Caribe colombiano. Santa Marta.

Díaz, J.M. & M. Puyana 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano, Un Catálogo Ilustrado* Colciencias-Fundación Natura-Invemar, Bogotá D.C., 291 pp.

Flores-Campaña, L.M., M.A. González-Montoya, M.A. Ortiz- Arellano & J.F. Arzola-González. 2007. Estructura poblacional de C*hiton articualtus* en las islas Pájaro y Venados de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78:23-31.

Götting K.J. 1973. Die Polyplacophora der karibischen Küste Kolumbiens. Archiv für Molluskenkunde 103(4-6):243-261.

Glynn, P.W. 1970. On the Ecology of the Caribbean Chitons *Acanthopleura granulata* Gmelin and *Chiton tuberculatus* Linne: Density, Mortality, Feeding, Reproduction, and Growth. Smithsonian Contributions to Zoology 66: 1-21.

Gracia, A.C, J.M. Díaz & N.E. Ardila 2005. Quitones (Mollusca: Polyplacophora) del Mar Caribe Colombiano. Biota Colombiana 6 (001): 117-125.

Hernández, J.L. 2000. Biología, ecología y pesca del pulpo común *(Octopus vulgaris)* en zonas de Gran Canaria. *Tesis Doctoral*, Universidad de Las Palmas, Gran Canaria, 197 pp.

Krebs, C.I. 1998. *Ecological Methodology.* Addison Wesley, California, Nueva York, 620 pp.

López-Victoria, M., J.R. Cantera, J.M. Díaz, D. M. Rozo, B. O. Posada & A. Osorno 2004. *Estado de los litorales rocosos en Colombia: acantilados y playas rocosas*: l71-182. En INVEMAR: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2003. INVEMAR, Santa Marta, 329 pp.

Moreira, J., M.G. Chapman & A.J. Underwood 2007. Maintenance of chitons on seawalls using crevices on sandstone blocks as habitat in Sydney Harbour, Australia. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 347: 134–143.

Ortega, V. F., M. Jaraba, J.A. Quirós, P.R. Dueñas & A. Merchan. 2007. "Distribución de la familia Chitonidae (Polyplacophora: Mollusca) asociada al litoral rocoso frente a la costa del Departamento de Córdoba, Caribe colombiano." En: IV Simposio de Biología. Revista electrónica HOMINIS - Memorias del IV Simposio de Biología, Universidad de Córdoba, Revista electrónica HOMINIS, Facultad de Ciencias Básicas 1: 1-32.

Randall, J.E. 1967. Food Habits of Reef Fishes of the West Indies. Studies in Tropical Oceanography 5: 665-847.

Weinberg, S. 1978. The minimal area problem in invertebrate communities of mediterranean rocky substratc. Mar. Biol. 49: 33-40.

Watters, G.T. 1991. Utilization of a simple morphospace by Polyplacophorans and it evolutionary implications. Malacologia 33(1-2): 221-240

Weinberg, S. 1978. The minimal area problem in invertebrate communities of mediterranean rocky substratc. Mar. Biol. 49: 33-40.

Zar, J.H. 1996. *Bioestatistical Analysis*. Tercera Edición, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 718 pp.

Recibido: 11/09/2011
Aceptado: 13/09/2012